



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2001042904 A
 (43) Date of publication of application: 16.02.2001

(51) Int. Cl. G05B 15/02

(21) Application number: 2000196173
 (22) Date of filing: 29.06.2000
 (30) Priority: 02.07.1999 US 99 347178

(71) Applicant: FISHER ROSEMOUNT SYST INC
 (72) Inventor: IRWIN WILLIAM G
 DEITZ DAVID L

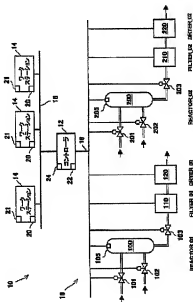
(54) PROCESS CONTROL SYSTEM, CONTROL COMPONENT, AND METHOD FOR CONTROLLING PROCESS

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To skillfully use various units in a system which execute many processes or batch processes by allowing a control routine to execute a unit procedure by using a specific unit selected by a dynamic unit selection routine.

SOLUTION: A controller 12 is equipped with a memory 22 for storing constitution data of a process 16 and a process control routine used to control the process 16 and also equipped with a processor 24 which executes a process control routine for executing process control strategy. The controller 12 is connected in a communicable state by a bus 18 to two devices of similar constitution including, e.g. a device 105 of a reactor container 1 of a reactor unit, and input valves 101 and 102 and an output valve 103 connected thereto. Then the controller 12 controls the operations of elements selected by a dynamic unit selection routine so as to make those elements to perform ≥ 1 operations.



(51) Int. CL.

識別番号

F I

データベース(参考)

G 0 5 B 15/02

C 0 5 B 15/02

M

審査請求 有 請求項の数39 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特開2000-196173(P2000-196173)

(71) 出願人 594120847

(22) 出願日 平成12年6月29日 (2000.6.29)

フィッシャー・ローズマウント システム
ズ、インコーポレイテッド
アメリカ合衆国 78754 テキサス オー
スティン キャメロン ロード 8301

(31) 優先権主張番号 0 9 / 3 4 7 1 7 8

(72) 発明者
アーウィン、ウィリアム ジー。
アメリカ合衆国 78730 テキサス オー
スティン イーグル トレース トレイル
5116

(32) 優先日 平成11年7月2日 (1999.7.2)

(74) 代理人 100068868

(33) 優先権主張国 米国 (US)

弁理士 角田 嘉宏 (外4名)

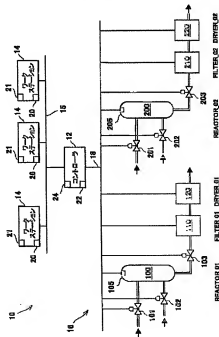
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プロセス制御システム、制御コンピュータ、およびプロセスを制御する方法

(57) 【要約】

【課題】 プロセス内で一連のユニットプロシージャを実行する制御ルーチンを実行するコントローラを含むプロセス制御システムを提供すること。

【解決手段】 制御ルーチンは、各ユニットプロシージャのために用いられるようにユニットのクラスを指定するように書きこまれるかまたは作成されるが、実際のユニット自体ではない。制御ルーチンの各ユニットプロシージャの開始で、動的ユニット選択ルーチンは、そのユニットプロシージャの動作の間に用いられるべきユニットとして特定のユニットを選択する。呼び出されると、動的ユニット選択ルーチンは用いられるべき一組の実行可能なユニットを決定し、適合性基準にもとづいて、一組の実行可能なユニットの各々が制御ルーチンのそのユニットプロシージャの間に用いられるのに好適であるかどうか決定し、優先順位の順に好適なユニットの優先順位リストから特定のユニットを選択する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 各々がひとつ以上のユニットを含む多数のユニットクラスを有するプロセスを制御する際に用いられるプロセス制御システムであって、

コントローラと、
メモリと、

前記ユニットクラスのうちのひとつのクラス内の不特定のユニットを用いてユニットプロシージャを実行するように書きこまれた制御ルーチンと、
前記制御ルーチンの動作の間に前記不特定のユニットとしてある特定のユニットを選択する動的ユニット選択ルーチンとを含む、

前記制御ルーチンは、前記動的ユニット選択ルーチンにより選択された前記特定のユニットを用いて前記ユニットプロシージャを実行するプロセス制御システム。

【請求項2】 前記動的ユニット選択ルーチンは、一組の実行可能なユニットを決定し、前記一組の実行可能なユニットから前記特定のユニットを選択する請求項1に記載のプロセス制御システム。

【請求項3】 前記制御ルーチンは、関連する一組のユニットを有するプロセスセル上で実行され、前記動的ユニット選択ルーチンは、前記関連する一組のユニットに基づいて前記一組の実行可能なユニットを決定する請求項2に記載のプロセス制御システム。

【請求項4】 前記制御ルーチンは、関連する一組のユニットを有する機器列上で実行され、前記動的ユニット選択ルーチンは、前記関連する一組のユニットに基づいて前記一組の実行可能なユニットを決定する請求項2に記載のプロセス制御システム。

【請求項5】 前記動的ユニット選択ルーチンは、適合性基準に基づいて、一組のユニットの各々が前記制御ルーチンにより用いられるのに好適かどうか決定し、前記適合性基準を満たすユニットから前記特定のユニットを選択する請求項1に記載のプロセス制御システム。

【請求項6】 前記動的ユニット選択ルーチンは一組のユニットに優先順位をつけて、ユニットの優先順位リストを作成し、優先順位の順にユニットの優先順位リストから前記特定のユニットを選択する請求項1に記載のプロセス制御システム。

【請求項7】 選択基準を定義するテーブルをさらに含み、前記動的ユニット選択ルーチンは前記テーブルを用いて前記特定のユニットを選択する請求項1に記載のプロセス制御システム。

【請求項8】 一組のユニットにおけるユニットの各々のためのパラメータを定義する一組のタグをさらに含み、前記動的ユニット選択ルーチンは前記一組のタグを用いて、前記一組のユニットにおけるユニットの各々が前記選択基準を満たすかどうか決定する請求項7に記載のプロセス制御システム。

【請求項9】 前記選択基準は適合性表現である請求項

7に記載のプロセス制御システム。

【請求項10】 前記選択基準は優先順位表現である請求項7に記載のプロセス制御システム。

【請求項11】 前記テーブルは、オブジェクト志向プログラミング環境内のオブジェクトとして記憶されている請求項7に記載のプロセス制御システム。

【請求項12】 前記制御ルーチンは、一連のユニットプロシージャを実行し、前記動的ユニット選択ルーチンは、前記制御ルーチンの初期のユニットプロシージャにおいて用いられるユニットとして前記制御ルーチンの後のユニットプロシージャのために前記特定のユニットを選択する請求項1に記載のプロセス制御システム。

【請求項13】 前記動的ユニット選択ルーチンは、一組の実行可能なユニットを決定し、適合性基準に基づいて、前記一組の実行可能なユニットの各々が前記制御ルーチンにより用いられるのに好適であるかどうか決定し、適合性基準を満たすユニットに優先順位をつけて、優先順位基準に基づいてユニットの優先順位リストを作成し、優先順位の順にユニットの優先順位リストから前記特定のユニットを選択する請求項1に記載のプロセス制御システム。

【請求項14】 前記動的ユニット選択ルーチンは、ユニットの優先順位リスト上のひとつ以上のユニットが獲得可能であるかどうか決定し、ユニットの優先順位リスト上の獲得可能な第1のユニットを特定のユニットとして選択する請求項13に記載のプロセス制御システム。

【請求項15】 各々がひとつ以上のユニットを含む多数のユニットクラスを有するプロセスを制御する際に用いられるプロセス制御システムであって、

コントローラと、
メモリと、

各々が不特定のユニットを用いる多数のユニットプロシージャを実行するように書きこまれた制御ルーチンと、
前記制御ルーチンの動作の間に前記多数のユニットプロシージャの少なくともひとつのために前記不特定のユニットとしてある特定のユニットを選択する動的ユニット選択ルーチンとを含むプロセス制御システム。

【請求項16】 前記動的ユニット選択ルーチンは、前記多数のユニットプロシージャのひとつのために、前記ユニットプロシージャと関連する適合性基準に基づいて、一組のユニットの各々が前記制御ルーチンにより用いられるのに好適であるかどうか決定し、前記適合性基準を満たすユニットから前記特定のユニットを選択する請求項15に記載のプロセス制御システム。

【請求項17】 前記動的ユニット選択ルーチンは、前記多数のユニットプロシージャのうちのひとつのために、一組のユニットに優先順位をつけてユニットの優先順位リストを作成し、優先順位の順に、ユニットの優先順位リストから多数のユニットプロシージャのうちのひとつのために前記特定のユニットを選択する請求項15

に記載のプロセス制御システム。

【請求項18】 選択基準を定義するテーブルをさらに含み、前記動的ユニット選択ルーチンは前記テーブルを用いて、前記多数のユニットプロシージャのひとつのために前記特定のユニットを選択する請求項15に記載のプロセス制御システム。

【請求項19】 一組のユニットにおけるユニットの各々のためのパラメータを定義する一組のタグをさらに含み、前記動的ユニット選択ルーチンは前記一組のタグを用いて、前記一組のユニットにおける前記ユニットの各々が前記選択基準を満たすかどうか決定する請求項18に記載のプロセス制御システム。

【請求項20】 前記動的ユニット選択ルーチンは、前記制御ルーチンの初期のユニットプロシージャにおいて用いられるユニットとして前記制御ルーチンの後のユニットプロシージャのために前記特定のユニットを選択する請求項15に記載のプロセス制御システム。

【請求項21】 前記動的ユニット選択ルーチンは、前記多数のユニットプロシージャのうちのひとつのために、一組の実行可能なユニットを決定し、適合性基準に基づいて、前記一組の実行可能なユニットの各々が前記制御ルーチンにより用いられるのに好適であるかどうか決定し、適合性基準を満たすユニットに優先順位をつけて、優先順位基準に基づいてユニットの優先順位リストを作成し、優先順位の順にユニットの優先順位リストから前記特定のユニットを選択する請求項15に記載のプロセス制御システム。

【請求項22】 多数のユニットクラスの各々におけるひとつ以上のユニットを用いてプロセスを制御するプロセッサを有するプロセス制御システムで用いられる制御コンポーネントであって、コンピュータ読取り可能なメモリと、前記ユニットクラスのうちのひとつのクラス内の不特定のユニットを用いてプロセスのユニットプロシージャを実行するように書きこまれた制御プロシージャと、前記制御プロシージャの動作の間に前記不特定のユニットとしてある特定のユニットを選択する動的ユニット選択プロシージャとを含み、

前記制御プロシージャおよび前記動的ユニット選択プロシージャは、前記コンピュータ読取り可能なメモリ上に記憶され、前記動的ユニット選択プロシージャが特定のユニットを選択した後に、前記動的ユニット選択プロシージャにより選択された前記特定のユニットを用いて前記制御プロシージャが前記プロセスの前記ユニットプロシージャを実行するように前記プロセッサにより実行されるように適合される制御コンポーネント。

【請求項23】 前記動的ユニット選択プロシージャは、一組の実行可能なユニットを決定し、前記一組の実行可能なユニットから前記特定のユニットを選択する請求項22に記載の制御コンポーネント。

【請求項24】 前記動的ユニット選択プロシージャは、適合性基準に基づいて、一組のユニットの各々が前記制御プロシージャにより用いられるのに好適であるかどうか決定し、前記適合性基準を満たす前記ユニットから前記特定のユニットを選択する請求項22に記載の制御コンポーネント。

【請求項25】 前記動的ユニット選択プロシージャは一組のユニットに優先順位をつけてユニットの優先順位リストを作成し、優先順位の順にユニットの優先順位リストから特定のユニットを選択する請求項22に記載の制御コンポーネント。

【請求項26】 選択基準を定義するテーブルをさらに含み、前記動的ユニット選択プロシージャは前記テーブルを用いて前記特定のユニットを選択する請求項22に記載の制御コンポーネント。

【請求項27】 一組のユニットにおけるユニットの各々のためのパラメータを定義する一組のタグをさらに含み、前記動的ユニット選択プロシージャは、前記一組のタグを用いて、前記一組のユニットにおける前記ユニットの各々が前記選択基準を満たすかどうか決定する請求項26に記載の制御コンポーネント。

【請求項28】 前記選択基準は適合性表現である請求項26に記載の制御コンポーネント。

【請求項29】 前記選択基準は優先順位表現である請求項26に記載の制御コンポーネント。

【請求項30】 前記制御プロシージャは一連のユニットプロシージャを実行し、前記動的ユニット選択プロシージャは、前記制御プロシージャの初期のユニットプロシージャにおいて用いられるユニットとして前記制御プロシージャの後のユニットプロシージャのために前記特定のユニットを選択する請求項22に記載の制御コンポーネント。

【請求項31】 前記動的ユニット選択プロシージャは、一組の実行可能なユニットを決定し、適合性基準に基づいて、前記一組の実行可能なユニットの各々が、前記制御プロシージャにより用いられるのに好適であるかどうか決定し、適合性基準を満たすユニットに優先順位をつけて、優先順位基準に基づいてユニットの優先順位リストを作成し、優先順位の順にユニットの優先順位リストから前記特定のユニットを選択する請求項22に記載の制御コンポーネント。

【請求項32】 前記動的ユニット選択プロシージャは、ユニットの優先順位リスト上のひとつ以上のユニットが獲得可能であるかどうか決定し、ユニットの優先順位リスト上の獲得可能な第1のユニットを前記特定のユニットとして選択する請求項31に記載の制御コンポーネント。

【請求項33】 コントローラが複数のユニットクラスの各クラス内で制御ユニットに接続されたプロセスを制御する方法であって、

制御プロシージャを実行して、前記プロセスに関連する一連のユニットプロシージャであって各々のユニットプロシージャが前記ユニットクラスのうちの一つと関連するユニットを用いるユニットプロシージャを実行するステップと、前記制御プロシージャの動作の間に、ユニットプロシージャのうちのひとつの間に用いられるべきユニットとしてある特定のユニットを自動的に選択するステップとを含む方法。

【請求項34】 前記自動的にある特定のユニットを選択するステップは、前記プロセスのフローまたは機器列内の一組のユニットとして一組の実行可能なユニットを決定するステップと、前記一組の実行可能なユニットから前記特定のユニットを選択するステップとを含む請求項33に記載の方法。

【請求項35】 前記自動的にある特定のユニットを選択するステップは、適合性基準に基づいて、一組のユニットの各々が、前記制御プロシージャにより用いられるのに好適かどうか決定するステップと、前記適合性基準を満たすユニットから前記特定のユニットを選択するステップとを含む請求項33に記載の方法。

【請求項36】 前記自動的に特定のユニットを選択するステップは、一組のユニットに優先順位をつけてユニットの優先順位リストを作成するステップと、優先順位の順にユニットの前記優先順位リストから前記特定のユニットを選択するステップとを含む請求項33に記載の方法。

【請求項37】 テーブル内に選択基準を記憶するステップをさらに含み、前記特定のユニットを自動的に選択するステップは、前記テーブルを用いて、前記特定のユニットを選択するステップを含む請求項33に記載の方法。

【請求項38】 一組のユニットの各々のための一組のパラメータを記憶するステップをさらに含み、前記特定のユニットを自動的に選択するステップは、前記パラメータを用いて前記ユニットの各々が選択基準を満たすかどうか決定するステップを含む請求項37に記載の方法。

【請求項39】 前記特定のユニットを自動的に選択するステップは、一組の実行可能なユニットを決定するステップと、適合性基準に基づいて、前記一組の実行可能なユニットの各々が前記制御プロシージャにより用いられるのに好適であるかどうか決定するステップと、前記適合性基準を満たすユニットに優先順位をつけて、優先順位基準にもとづいて、ユニットの優先順位リストを作成するステップと、優先順位の順にユニットの前記優先順位リストから前記特定のユニットを選択するステップとを含む請求項33に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はプロセス制御ネットワークに関し、より特定的には、プロセスの実行の間に、パッチ処理のようなプロセスにおいて用いられるハードウェアユニットまたは機器を動的に選択することに関する。

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】 化学処理、石油処理、または他の処理で用いられるもののように、プロセス制御ネットワークは一般に、例えば、弁ポジション、スイッチ、センサ（温度、圧力、および流量センサ）などのひとつ以上のフィールド装置に通信結合された集中型プロセスコントローラを含んでいた。これらのフィールド装置はプロセス内の物理的プロセス機能（弁の開閉のような）を行なっても、プロセスの動作を制御するのに用いられるプロセス内の測定値の測定を行なっても、プロセス内で他の所望の機能を実行してもよい。プロセスコントローラは、例えば、フィールド装置へ送ってそこから4-20 mA（ミリアンペア）の信号を搬送し得るひとつ以上のアナログ信号線またはバスによってフィールド装置に接続されていた。一般に、プロセスコントローラは、ひとつ以上のフィールド装置により測定された測定値、および/またはフィールド装置に関する他の情報を示す信号を受け取り、この情報を用いて典型的には複雑な制御ルーチンを実行し、ついで制御信号を生成し、この制御信号はアナログ信号バスによってフィールド装置に送られて、それによってプロセスの動作を制御する。

【0003】 パッチ処理で用いられるもののようなある種類のプロセス制御ネットワークは典型的には、プロセス内で本質的には同じ機能を実行する同じまたは同様の機器を有するように設計された多数組の複製された機器を含む。例えば、お菓子製造工場は、多数組の調合機器と、多数組の焼き機器と、多数組の実装機器とを含み、個々のミキサのいくつかまたは全ては平行に動作可能であり、焼き機器および実装機器の幾つかまたは全ては全てと直列的に動作するように接続可能である。このようなシステムにおいては、同じ制御アルゴリズムまたはルーチンを用いて、特定組の複製された機器の動作を制御しそれによりコントローラ内で作成された記憶されなければならない制御ルーチンの数を減らすことができることが望ましい。しかしながら、これらの制御アルゴリズムは、実行されると、そのとき用いられるある特定のユニットの機器を指定するように書かれなければならない。しかしながら、典型的には、パッチプロシージャは、多くの異なるステップまたは段階をシーケンスで行い、第2段階をはじめ前に第1段階を終える。このように、上で述べたお菓子製造工場においては、パッチプロシージャは、第1のサブプロセスまたはステップを実行し、調合機器を制御し、次いで、第2のサブプロセスを実行して、調合機器により製造されたものに焼き機器による処理

理を実行させ、次いで、第3のサブプロセスを実行して
 焼き機器により生成されたものを実装するように実装機
 器を制御する。

【0004】前のプロセス制御システムにおいては、ユーザは典型的には、バッチプロセスまたはレシピ（即ち一般的バッチ命令）が書かれる時間に、または代替的には、バッチプロセスが最初に動作し始める時間、すなわちバッチ処理の第1の段階またはユニットプロセスが開始される時間においてどのユニットまたはどの組のユニットが、ある特定のバッチの実行の各段階またはユニットプロセスにおいて用いられるべきか指定しなければならない。当然、ユーザは、バッチプロセスが最初に書かれるかまたは開始される時間に、バッチプロセスが最初に開始される時間後何時間にもまたは何日もときどき必要とされないようなバッチ実行の後の段階またはユニットプロセスにおいて用いられるべき機器またはユニットを選択しなければならぬ。この予選択は、選択された機器が忙殺されており、全体のバッチ処理が終了するまで、または少なくとも指定された機器を用いる部分が終了するまで使用できないことを意味する。この予選択はまた、それらのユニットを用いるバッチ処理の段階が始まるときに、指定されたユニットが準備できており利用可能であることを要求し、これは、指定されたユニット内の機器の故障などによってバッチ実行を終了する際に問題につながるおそれがある。この予選択はまた、ユーザまたはオペレータがその使用にさかのぼって良く機器をスケジュールしなければならないことも意味し、これは、その機器をその間に使用するかもしれない同じバッチ処理の他の実行または他のバッチ処理の実行をスケジュールする際にオペレータの選択肢を減じることになる。

【0005】公知のシステムの中には、バッチプロセスの特定部分またはサブプロセスが始まろうとする時間に全体のバッチ処理のある特定部分を実行するためにある特定ユニットをユーザが手動で選択できるようにするものもあるが、これらのシステムは、選択可能な候補ユニットのグループを自動的に選択せず、利用可能なユニットに優先順位をつけない。その結果、ユニットが使用されるべき時間にユニットを手動で選択するためには、確実に正しいユニットが適切な時間に選択されるようにオペレータまたはユーザの側で考慮および知識が多いが必要となる。

【0006】

【課題を解決するための手段】プロセス制御システムは、ユーザ入力に基づいてユニット段階またはユニットプロセスの間に使用されるべきひとつ以上のユニット（または機器の組）を動的に選択するひとつ以上のプロセス制御ルーチンと、利用可能なユニットの特性に関する予め定められた優先順位または基準と、プロセスの実行の間に行われた前ユニット選択決定と、異なるユニ

ット間の予め確立された接続相互関係を反映する機器列情報と、そのユニットが属するクラスに関する情報などを含む。いつバッチ実行が始まるのかではなく、ユニットが用いられるべき時間にユニットを選択することができ、これにより様々な装置の動的スケジューリングが可能となり、これによって多数のプロセスまたはバッチを実行するシステム内で様々なユニットを上手く用いることができる。この動的選択により、あるユニットがオンラインにあり、ある特定の時間に利用可能であることを確かめる必要性を軽減する。なぜなら下流のサブプロセスのためにそのユニットを指定するバッチ実行が前に始まっていたからである。

【0007】一般的なバッチ処理は、ひとつ以上のユニットプロセス（即ち単一のユニット上で行われるべき一組のオペレーション）を含むように書きこまれる。ひとつ以上のユニットプロセスは、動的ユニット選択プロセスに対する呼び出しを含み、これは、バッチプロセスが実行されている機器列またはプロセスセルに基づいて実行されているサブプロセスのために用いられる一組の候補ユニットを決定する。動的ユニット選択プロセスはついで、ユニットの特性、前の選択基準、ユーザコマンドなどに基づいて実行されているバッチ実行の特定のユニットプロセスのために好適なユニットを識別する。動的選択ルーチンは、ユーザが与えた優先順位情報または、これらのユニットのために前に確立された他の基準に基づいて好適なユニットに優先順位をつけてよい。動的選択プロセスは、好適なリストの優先順位リストを調べること、優先順位リスト上の各連続ユニットがオンライン上にあり利用可能であるかどうか、即ち現在はい用いられていないが利用可能であるかどうか見ること、用いられるユニットを獲得する。動的選択プロセスは、利用可能である第1のユニットを獲得し、このユニットに関する名前および他の情報をユニットプロセスに返し、これは、新たに選択されたユニットを用いてオペレーションを実行する。

【0008】

【発明の実施の形態】さて図1を参照して、プロセス制御ネットワーク10は、例えば、イーサネット（登録商標）接続15によって、多数のワークステーション14に結合されたプロセスコントローラ12を含む。コントローラ12は、入力/出力（I/O）装置（図示せず）と一組の通信回線またはバス18とによって、プロセス（包括的に参照番号16により示される）内の装置または機器にも結合される。コントローラ12は、例として、フィッシュワーズマウントシステムズにより販売されるデルタV（登録商標）コントローラであるがよいが、プロセス16中に分散されたフィールド装置とフィールド装置内の機能ブロックのよう制御要素と通信を行うことができ、ひとつ以上のプロセス制御ルーチンを実行し、それによりプロセス16の所望の制御を実行する。

【0009】これらのプロセス制御ルーチンは、連続した制御ルーチンもしくはバッチ処理制御ルーチン、またはバッチプロセスにあってよい。ワークステーション14（これは例えばパソコンであってよい）は、コントローラ12により実行されるようにプロセス制御ルーチンを設計するためのひとり以上のエンジニアまたはオペレータにより用いられ、これにより、このようなプロセス制御ルーチンをダウンロードするためにコントローラ12と通信し、プロセス16の動作の間にプロセス16に関する情報を受け取り表示し、そして、コントローラ12により実行されるプロセス制御ルーチンと対話する。ワークステーション14の各々は、構成設計アプリケーションのようなアプリケーションを記憶するとともに、プロセス16の構成に関する構成データのようなデータを記憶するためのメモリ20を含む。ワークステーション14の各々は、ユーザがプロセス制御ルーチンを設計し、これらのプロセス制御ルーチンをコントローラ12にダウンロードすることができるようによりアプリケーションを実行するプロセッサ21も含む。同時に、コントローラ12は、構成データと、プロセス16を制御するのに用いられるべきプロセス制御ルーチンとを記憶するためのメモリ22を含み、プロセス制御戦略を実行すべくプロセス制御ルーチンを実行するプロセッサ24を含む。コントローラ12がデルタVコントローラであれば、ワークステーション14のひとつによって、ユーザに、コントローラ12内のプロセス制御ルーチンを図形で示し、これは、プロセス制御ルーチン内の制御エレメントと、これらの制御エレメントがプロセス16の制御を与えるように構成される方法とを示す。

【0010】図1に示されるプロセス制御ネットワーク10においては、コントローラ12は、バス18によって、2組の同様に構成された機器に通信可能に接続され、その各組は、ここでREACTOR_01(R1)またはREACTOR_02(R2)と称されるリアクタユニット、FILTER_01(F1)またはFILTER_02(F2)と称されるフィルタユニット、およびDRIVER_01(D1)またはDRIVER_02(D2)と称されるドライバユニットを有する。REACTOR_01は、リアクタ容器100と、例えば、ヘッドタンクからリアクタ容器100内に流体を与える流体入り口用通路を制御するために接続された2つの入力弁101、102と、流体出口用通路によってリアクタ容器100から出る流量を制御するために接続された出力弁103とを含む。装置105は、温度センサ、圧力センサ、流量レベルメータなどのセンサであってよく、または電気ヒータまたは蒸気ヒータのような他の機器は、リアクタ容器100内またはその近くに配置される。REACTOR_01(R1)は、フィルタ機器110を有するFILTER_01(F1)に弁103によって結合され、FILTER_01(F1)は、ドライバ機器120を有するDRIVER_01に結合される。同様に、第2の組の機器は、リアクタ容器200を有するREACTOR_02(R2)と、2つの入力

弁201、202と、出力弁203と、装置205とを含む。REACTOR_02は、フィルタ機器210を有するFILTER_02に結合され、FILTER_02は、ドライバ機器220を有するDRIVER_02に結合される。フィルタ機器110、210、およびドライバ機器120、220はさらなる制御エレメント（ヒータ、コンベヤベルトなどのような）、センサなどそれと関連するものを有してよい。

【0011】図1に示されるように、コントローラ12はこれらのユニットに対してひとつ以上の動作を実行すべくこれらのエレメントの動作を制御するため、バス18によって、弁101-103、201-203、装置105、205、フィルタ110、210、およびドライバ120、220（およびそれと関連する他の機器）に通信可能に結合される。このような動作は、例えば、リアクタ容器またはドライバを充填すること、リアクタ容器またはドライバ内で材料を加熱すること、リアクタ容器またはドライバの中身を排出すること、リアクタ容器またはドライバを浄化すること、フィルタを動作させることを含んでよい。図1に示される弁、センサ、および他の機器は、例えば、フィールド装置、標準的な4-20mA装置、HART装置などを含め所望の種類またはタイプの機器であってよく、フィールドバスプロトコル、HARTプロトコル、4-20ミリアンペアプロトコルなどの公知のまたは所望の通信プロトコルを用いてコントローラ12と通信を行ってよい。さらに、本発明の原理に従って、他の種類の装置がコントローラ12に接続され、これにより制御されてよい。また、プロセス16と関連する他の装置またはエリアを制御すべく、イーサネット接続回線15によって、他のコントローラがコントローラ12とワークステーション14とに接続されてよく、このような付加的なコントローラの動作は、所望の方法で、図1に示されるコントローラ12の動作とともに調整されてよい。

【0012】一般的に、図1のプロセス制御システムは、バッチ処理を実行するのに用いられてよく、バッチ処理においては、例えば、ワークステーション14のひとつまたはコントローラ12がバッチエグゼクティブルーチンまたはバッチプロセスを実行する。バッチプロセス（典型的にはワークステーション14のひとつで実行される）はひとつ以上のユニットプロセスのオペレーションを指示するハイレベルの制御ルーチンであり、ユニットプロセスは、リアクタユニット、フィルタユニット、ドライバユニット、または他の機器のうちのひとつのような単一のユニット上で動作するサブルーチンまたはプロセスである。各ユニットプロセス（ワークステーション14上で一般に実行される）は、一連のオペレーションを実行してもよく、オペレーションの各々はユニット上でひとつ以上のフェーズを実行してよい。ここでは、フェーズは最下位レベルの動作であるかまたはユニット上で実行されるステップであ

り、コントローラ12のひとつで典型的には実行され、オペレーションは、ユニット上の特定の機能を実行する一組のフェーズであり、典型的には一連のフェーズを呼び出すことでワークステーション14のうちのひとつの上で実行され、ユニットプロシージャは、単一のユニット上で実行される一連のひとつ以上のオペレーションであり、一組のオペレーション呼び出しとして典型的に実行される。その結果、ユニットプロシージャは、ひとつ以上のフェーズおよび/またはひとつ以上のオペレーションを含むことが可能である。このようにして、バッチエグゼクティブルーチン(batch executive routine)は、食べ物、薬などのような製品を作るのに必要な異なるステップまたは段階(すなわちユニットプロシージャ)を実行する。異なるユニットプロシージャ、オペレーションおよびフェーズを実行するために、バッチプロシージャは、実行されるべきステップ、ステップと関連する量および時間、ならびにステップの順序とを特定するレシビと一般に称されるものを用いる。レシビ用ステップは、例えば、リアクタ容器を適切な材料または原料で充填するステップと、リアクタ容器内の材料を混合するステップと、リアクタ容器内の材料をある一定時間ある温度にまで加熱するステップと、リアクタ容器を空にするとともにリアクタ容器を浄化して次ぎのバッチ実行の準備をするステップと、フィルタを動作させリアクタの出力をフィルタ処理するステップと、ドライヤを動作させ、リアクタ容器内で作成された製品を乾燥させるステップとを含む。異なるユニットと関連する一連のステップの各々は、バッチ実行のユニットプロシージャを規定し、コントローラ12内のバッチエグゼクティブルーチンまたはバッチプロシージャは、これらのユニットプロシージャの各々のひとつごとに異なる制御アルゴリズムを実行する。当然、具体的な材料、材料の分量、加熱温度および時間などはレシビごとに異なってよく、その結果、これらのパラメータは、製造されている製品と用いられているレシビとによって、バッチ実行ごとに変更してもよい。制御ルーチンおよび構成は図1に示されるリアクタユニット、フィルタユニット、およびドライヤユニットにおけるバッチ実行のためにここで説明されるが、所望であれば、制御ルーチンを用いて他の所望の装置を制御して、他の所望のバッチ処理を実行するためには連続的なプロセスユニットを実行すると当業者は理解するだろう。

【0013】当業者には理解されるだろうが、バッチ処理の同じフェーズ、オペレーションまたはユニットプロシージャは、同じまたは異なる時間で図1の異なるユニットの各々の上で実行可能である。さらに、図1のリアクタユニットは一般に、同じ数のおよび種類の機器(即ちそれらは同じユニットクラスに属する)を含んでいるので、ある特定のフェーズのための同じ包括的フェーズ制御ルーチンは、異なるリアクタユニットの各々を制御

するのに用いられてよい。この包括的フェーズ制御ルーチンが異なるハードウェアまたは異なるリアクタユニットと関連する機器を制御するために修正されなければならないことを除いては、例えば、REACTOR 01のための充填フェーズを実行するためには(ここではリアクタユニットは充填される)例えば、流体レベルミータ105が容器100がいっぱいであると検出するまで、充填制御ルーチンは、ある時間においてひとつ以上の入力弁101または102を開放するだろう。しかしながら、入力弁の指定を弁101または102の代わりに弁201または202に単に変更するだけで、また流体レベルミータの指定を流体レベルミータ105の代わりに流体レベルミータ205であると単に変更することにより、この同じ制御ルーチンは、REACTOR 02のための充填フェーズを実行するのに用いられてよい。

【0014】さて図2を参照して、プロセス制御システム50は、図1に示されるシステム10の一部であってよく、1個のヘッドタンクHT1と、4個のリアクタユニットR1、R2、R3、R4と、3個のフィルタユニットF1、F2、F3と、3個のドライヤユニットD1、D2、D3とを含み、これらは様々な態様で作動的に互いに結合されて、ヘッドタンク、リアクタ、フィルタおよびドライヤを用いるプロシージャを実行する。図2のシステムのプロセス制御ユニットは機器列の組に分類され、各機器列は、全体のバッチを実行することができるように物理的にまたは作動的に直列に接続されてバッチを実行することが必要なひとつ以上のユニットを有する。当然、バッチ実行またはプロシージャは、ひとつ以上のユニットプロシージャまたは段階を含むことが可能であり、したがって、バッチプロシージャはひとつのユニットを用いる必要があるだけであり、この場合、ある機器列は1種類のユニットを含む。

【0015】図2のセットアップでは、単一のヘッドタンクユニットHT1は4個のリアクタユニットR1、R2、R3、R4の各々に作動的に接続される。リアクタユニットR1、R2は各々がフィルタユニットF1に接続され、フィルタユニットF1は2個のドライヤユニットD1、D2の各々に作動的に接続される。リアクタユニットR2はフィルタユニットF2にも接続され(図1にも示される)、フィルタユニットF2はドライヤユニットD2(図1に示される)およびD3(図1に示されない)に接続される。同様に、リアクタユニットR3はフィルタユニットF2、F3に作動可能に接続され、フィルタユニットF2、F3の各々はドライヤユニットD2、D3に接続される。さらに、リアクタユニットR4はフィルタユニットF3に作動的に接続され、フィルタユニットF3はドライヤユニットD1、D2、D3の全てに作動的に接続される。その結果、少なくとも3個の機器列が規定される。第1の機器列はヘッドタンクユニットHT1と、リアクタユニットR1、R2と、フィル

タユニットF1と、およびドライヤユニットD1、D2を含む。第2の機器列はヘッドタンクユニットHT1と、リアクタユニットR3と、フィルタユニットF2、F3と、ドライヤユニットD2、D3を含む。第3の機器列はヘッドタンクユニットHT1と、リアクタユニットR4と、フィルタユニットF3と、ドライヤユニットD1、D2、D3の各々、即ちドライヤユニットクラスD、CLASS内のドライヤユニットの各々を含む。当然、HT1、R2、F2、およびD2またはD3のような他の機器列も与えられてよい。さらに、機器列は、実行されているプロセスによって、4種類を上回るかまたはそれより少ない種類のユニットと、それと関連する他の種類のユニットとを有することが可能である。

【0016】尚、機器列はプロセスまたはプロセスの一部を実行するために互いに物理的に結合されたユニットの組を識別し、これらの機器列は、ユニット間の相互接続が修正されたリ、ユニットがプロセスに付加されるかそこから除かれるときに変化する。さらに、機器列は、プロセス中に分散した機器を含むことが可能であり、プロセスセルとして当該技術で公知のもの範囲内の機器に必ずしも限定されない。典型的には、機器列は、異なるユニット間の相互接続が頻繁に変更されるかまたはかなり柔軟なプロセスにおいて用いられる。一方、互いに相互接続された一組のユニットを特定するプロセスセルは典型的には、機器またはユニットがかなり固定された機構によって相互接続され、あまり頻繁に変更されないプロセスにおいて用いられる。説明においてはこれら2つの言葉間には相違があるものの、これら2つの言葉は、バッチ処理のようなプロセスを実行するために、物理的に互いに相互接続された一組のユニット（または単一のユニットでさえ）を示すために交換可能なものとして用いられる。

【0017】一般に、図1および2のプロセス16の動作がコントローラ12により管理されるかまたはコントローラ12内で構成される方法は多くのオブジェクトの対話（インタラクション）に基づいており、この多くのオブジェクト各々は属性を有し、それと関連するひとつ以上の方法を有してよい。各オブジェクトは、それと関連する多くのサブオブジェクト（またはクラス）を有することが可能であり、各サブオブジェクトはサブオブジェクトを有することが可能であるなどである。包括的な意味で、プロセス16のための全体の制御戦略はオブジェクト志向のプログラムパラダイムを用いて構成され、これは当該技術で公知であり、さらにここでは詳細に説明されない。図3は、図1および2のプロセス制御ネットワーク10、50と関連する多くのオブジェクト間の相互関係を示すオブジェクト階層を示す。この階層は、プロセス制御ルーチンが例えばワークステーション14のひとつ上で作成され、次いでダウンロードされ、コントローラ12内で実行される方法を説明するために用い

られ、このプロセス制御ルーチンが動作するコンテキストを識別するためのものである。しかしながら、プロセス制御ルーチンが作成され、コントローラ12内に記憶される方法は、他のオブジェクト階層または、他の希望のエレメントまたはオブジェクトを有するオブジェクト階層に基づいていてよい。

【0018】図3のオブジェクトツリーはボックスで具体的なオブジェクトを示し、オブジェクトの一般的なカテゴリ（またはオブジェクトタイプ）はボックスなしのツリー内のオブジェクト上に示される。図3に示されるように、プロセス制御ネットワーク10は、例えば、建物、またはプラント内の地理的エリア指定であってよいひとつ以上のエリアを含む。図3のオブジェクトツリーにおいては、プロセス16はBUILDING_01およびBUILDING_02と名づけられた2つのエリアオブジェクトを有する。各エリアオブジェクトはプロセスセルまたは機器列に分割され、その各々はそのエリアで実行されているプロセスの異なる局面またはそのエリアにおける一組の相互接続された機器を特定する。図3のBUILDING_01エリアオブジェクトは、CELL_01/TRAIN_01およびCELL_02/TRAIN_02として指定された少なくとも2つのプロセスセルオブジェクトまたは機器列オブジェクトを含むものとして示される。図3のオブジェクト構造はCELL_01がTRAIN_01と同じであると示すが、機器列は単一のプロセスセルと従来は呼ばれていたものの機器に限定されず、異なるプロセスセルから機器を含むことも可能である。しかしながら、例として、これらの言葉は図3に説明される機器に対して交換可能であるように用いられる。CELL_01/TRAIN_01は例えば、CELL_02/TRAIN_02で用いられる製品の要素を作ることに関する。各セルオブジェクトまたは列オブジェクトはゼロ、ひとつ以上のユニットクラスを含んでよく、これは、プロセスセルまたは機器列で用いられるハードウェアの異なるカテゴリまたはグループを識別する。

【0019】ユニットクラスは一組の複製された(repliated)機器の共通の構成を保持する名前付きのオブジェクトであり、より特定のには、同一とはいわなくても非常によく似たプロセス器械を有するユニットの収集であり、これらの各々はプロセス内で同一とは言わないまでも非常によく似た機能を実行する。ユニットクラスオブジェクトは典型的には、それらが属するプロセス制御システム内のユニットの種類を記述するのに名前がつけられる。図3は、CELL_01/TRAIN_01オブジェクトと関連するヘッドタンクユニットクラス、リアクタユニットクラス、フィルタユニットクラス、およびドライヤユニットクラスを示す。同様のユニットクラスがCELL_02/TRAIN_02で見出され、ユニットの他のグルーピングは他のセルまたは機器列と関連する。当然、たいいていプロセス制御ネットワークにおいて、多くの他の種類のユニットクラスが同様に与えられるかまたは規定されてよ

い。

【0020】図3のリアクタユニットクラスで一番よく示されるように、各ユニットクラスオブジェクトは、ユニットモジュールオブジェクト(即ちユニット)と、それと関連するフェーズクラスオブジェクト(即ちフェーズ)とを有してよい。ユニットモジュールオブジェクトは一般に、名前付きのユニットクラス内の複製されたハードウェアのあるインスタンスを特定し、フェーズクラスは一般にユニットクラスと関連するユニットモジュールに適用可能なフェーズを特定する。より特定的には、ユニットモジュールオブジェクトは、単一のプロセスユニットのための変数およびユニットフェーズ全てを保持する名前付きオブジェクトであり、典型的には、具体的なプロセス機器を識別するために名づけられる。例えば、図3のCELL01/TRAIN_01のリアクタユニットクラスはR1、R2ユニットモジュールを有し、これらは図1、2に示されるREACTOR_01 およびREACTOR_02モジュールに対応する。CELL_01/TRAIN_01のヘッドタンクユニットクラスはHT1の単一のユニットモジュールを含む(図2に示されるように)。同様に、CELL_01/TRAIN_01のフィルタユニットクラスはフィルタユニットF1を有し、CELL_01/TRAIN01のドライヤユニットクラスは、それと関連するD1、D2のドライヤユニットを有する。同様に、CELL_02/TRAIN_02はヘッドタンク(HT1の単一のユニットモジュールを有する)、リアクタ(R3の単一のリアクタユニットを有する)、フィルタ(フィルタユニットモジュールF2、F3を有する)、およびドライヤ(D2およびD3のドライヤユニットモジュールを有する)(これら全ては図2に示される機器列により規定されるものである)のユニットクラスを有するだろう。簡単化するために、図2の機器列2、3と関連するユニットクラスは図3には示されない。

【0021】フェーズクラスは、同じユニットクラスに属する多数のユニット上で、そして所望であれば多数の異なるユニットクラス上で実行可能なフェーズのための共通の構成を保持する名前付きオブジェクトである。本質的には、各フェーズクラスは、同じユニットクラスまたは異なるユニットクラス内のユニットモジュールを制御するために、コントローラ12により作成されて用いられる異なる制御ルーチンである。典型的には、各フェーズクラスは、ユニットモジュール上で実行される動作を記述する言葉(verb)にしたがって名前をつけられる。例えば、図3に示されるように、リアクタユニットクラスは、図1のリアクタ容器100または200のいづれかひとつを充填するのに用いられる充填フェーズと、図1のリアクタ容器100または200のいづれかひとつを加熱するのに用いられる加熱フェーズクラスと、図1のリアクタ容器100または200のいづれかひとつを空にするのに用いられる排出フェーズクラスと、図1のリアクタ容器100または200のいづれか

ひとつを浄化するのに用いられる浄化フェーズクラスとを有する。当然、これまたは他のユニットクラスと関連する他のフェーズクラスがあってもよい。ヘッドタンクユニットクラス、フィルタユニットクラス、およびドライヤユニットクラスのために具体的なフェーズクラスは図3には示されていないが、少なくともひとつのフェーズクラスが各々のために存在し、パッチアップロシージャにより用いられて、パッチクラスが関連するユニットモジュールを用いてパッチ処理、ユニットアップロシージャまたはオペレーションの一部を実行する。

【0022】フェーズクラスは一般に、あるパッチ処理用のレシビにより規定されるパッチ処理全体に必要な機能を実行するためにユニットアップロシージャ(全てはパッチエグゼクティブルーチン内)のオペレーションにより呼び出されるべきサブルーチンと考えられてよい。フェーズクラスはゼロ以上のフェーズ入力パラメータを含んでよく、これらは基本的には、パッチエグゼクティブルーチンまたは別のフェーズクラスからフェーズクラスサブルーチンに与えられた入力であるゼロ以上のフェーズ入力パラメータと、パッチエグゼクティブルーチンまたは別のフェーズクラスに渡されたフェーズクラスサブルーチンの基本的には出力であるゼロ以上のフェーズ出力パラメータと、フェーズクラスのオペレーションに関してユーザに表示されるべきメッセージであってよいゼロ以上のフェーズメッセージと、このフェーズクラスが何らかの方法で関連する他のフェーズクラスに関する情報と、フェーズ論理モジュールまたはこのフェーズクラスに基づいたユニットフェーズでパラメータが作成されるようにするゼロ以上のフェーズアルゴリズムパラメータである(ユニットフェーズは単に、ある特定のユニットのためのフェーズクラスのインスタンス生成されたバージョンである)。これらのフェーズアルゴリズムパラメータは、フェーズの実行の間に一時記憶位置または変数として用いられ、ユーザまたはパッチエグゼクティブルーチンには必ずしも目に見えない。各フェーズはひとつ以上のフェーズアルゴリズム定義(PAD)を含み、一般的にフェーズを実行するのに用いられる制御ルーチンである。また、各フェーズクラスは、ゼロ、1つ、2つまたはそれ以上のユニットクラスに関連したもののリストを有し、このリストは、このフェーズクラス、したがってこのフェーズクラスのPADが適用されるユニットクラスを定義する。このように、同じフェーズクラスは、異なるプロセスセルまたは機器列の同じユニットクラスと関連可能であり、同じまたは異なるプロセスセルまたは機器列の異なるユニットクラスとさえ関連可能である。

【0023】再び図3のユニットモジュールを参照して、各ユニットモジュールオブジェクトは、ゼロ以上のユニットタグ(UT)、または初期値を有するパラメータを含む。UTオブジェクトが図3に示されるHT1、R

1、R2モジュールのためにだけされる。これらのパラメータは、ユニットモジュールと関連する機器の設定および構成パラメータに相当してよい。これらのユニットタグは、例えば、ユニットの容量、ユニットが作られている材料、ユニット製造業者、またはユニットと関連する他のデータもしくはパラメータを定義してよい。このデータは、製造データのように固定であることも可能であり、ユニットが用いられた前の時間、前のプロセスまたはユニット内に置かれた材料のように可変であることも可能である。さらに、各ユニットモジュールオブジェクトは警報、資源識別、制御表示(人間-機械インタフェースビクチャ)、このユニットモジュールが要求する資源のリスト、プロセスレベル情報などを有してもよい。

【0024】各ユニットモジュールはひとつ以上のユニットフェーズ(UP)オブジェクトも含み、これらは、特定のユニットモジュールと関連するまたはこれのために作成されたフェーズクラスのインスタンスを表す名前付きのオブジェクトである。構成システムにおいては、(即ちワークステーション14のひとつにおいては)、ユニットフェーズオブジェクトは、独立して変更可能であり、ダウンロード可能であるユニットモジュールのコンポーネントを表す。実行時間システムにおいては(すなわちコントローラ12においては)、ユニットフェーズオブジェクトは、ユニットモジュール上でコントローラ12により独立して動作(開始、停止、保持、打ち切りなど)可能であるフェーズ論理を表し、異なるユニットモジュール上で同時にアクティブな他のユニットフェーズと潜在的に平行である。本質的には、ユニットフェーズオブジェクトは、ユニットフェーズオブジェクトが属する特定のユニットモジュールのために分解されたフェーズクラスのひとつのインスタンス作成されたバージョンである。UPオブジェクトは図3のHT1、R1、R2のためだけに示される。

【0025】重要であるが、各ユニットプロセスは、それと関連するユニット割り当てオブジェクトを有する。このユニット割り当てオブジェクト(図3に示されていない)は、パッチ処理の動作の間にある特定のユニットモジュールを動的に選択するのに用いられるあるユニットモジュールパラメータおよび/またはユーザ指定の優先順位を規定する。異なるユニット割り当てオブジェクトが、各異なるユニットプロセスごとに(システムを構成する際にユーザにより)作成されてよい。その結果、例えば同じユニットクラスと関連するひとつ以上のフェーズクラス(またはオペレーション)、は同じユニット割り当てテーブルを用いてよい。一般的に、あるユニットプロセスのためのユニット割り当てテーブルは、あるユニットクラス内のある特定のユニットを動的に選択するかまたは、パッチプロセスのようなプロセス制御ルーチンの実行の間にユニットクラス内の

のユニットのリストに優先順位をつけるために用いられる選択(優先)および/または選択基準もしくはパッチプロセスを保持する。

【0026】公知であるが、パッチ制御ルーチンまたはパッチプロセスは、例えば、リアクティブユニット(R1、R2、R3、R4)、フィルタユニット(F1、F2、F3)、およびドライバ(D1、D2、D3)のいづれかを含んでよい機器のグループまたは組の上である特定のパッチ処理を実行するために作成される。一般に、このようなパッチプロセスは、ユニットプロセスが全体のパッチプロセスの間に実行される必要があるときに、各々がある特定のユニットと関連するひとつ以上のユニットプロセスを呼び出すかまたは実行するだろう。しかしながら、パッチプロセスが書きこまれ最初に実行されるときに、異なるユニットプロセスの各々において用いられるべき特定のユニットを指定する代わりに、パッチプロセスは、そのユニットプロセスまたは段階が実行されるべきときに、あるパッチプロセスのある特定のユニットプロセスまたは段階のために用いられるべきユニットを選択する動的選択ルーチンを含む。この選択のタイミングは、パッチプロセスが書きこまれ、最初に実行開始されるずっとあとである。事実、場合によっては、あるパッチプロセスの後の段階のための動的ユニット選択は、パッチプロセスが最初に開始された数時間または数日後に行われることが可能である。

【0027】一般的に、パッチプロセスは、異なる組(またはときどき同じ組)のユニットまたは機器と関連する異なるユニットプロセスを呼び出すのに書きこまれる。書きこまれると、パッチプロセスは、それが実行されるべきである特定のプロセスまたは機器列を決定することがあるか、またはユーザまたはオペレータが、パッチプロセスのスタートで用いられるべきプロセスまたは機器列を選択できるように書かれる。しかしながら、いったん、ある特定のプロセスまたは機器列が選択され、パッチプロセスが開始されると、パッチプロセスは、選択されたプロセスまたは機器列と関連する機器またはユニットモジュールを用いることに限定される。

【0028】あるパッチプロセスと関連する各ユニットプロセスの始まりで、パッチプロセスは、多くの基準に基づいてユニットプロセスの間に用いられるべき特定のユニットを選択する。パッチプロセス(またはユニットプロセス)は、ユニットモジュールの各々のためのユニットタグ内に記憶されたユニットパラメータ情報および他の情報だけでなく、実行されるべきユニットプロセスと関連するユニット割り当てテーブルオブジェクト内の情報を用いて動的にユニットを選択するように特別に設計されたサブルーチン呼び出す。このような動的選択サブルーチンは、用い

られるべき候補ユニットまたは実行可能なユニットを識別するステップと、候補ユニットから、この特定のバッチプロセスに好適なユニットを選択するステップと、優先順位方式にしたがって好適なユニットに優先順位をつけるステップと、各ユニットが利用可能であるか、即ち、オンラインにあり、異なるプロセスのために現在はい用いられていないかどうかを見るために優先順位の順に好適なユニットの優先順位リストをスクロールするステップとを行ってよい。優先順位の順で第1のユニット、これは、ユニットプロセスを実行するのに獲得されるべく利用可能であるが、バッチプロセスで用いられるユニットとして選択される。バッチプロセスまたはユニットプロセスはついで、選択されたユニットのためのユニットフェーズを用いてオペレーションを実行し、それによりプロセスの次ぎの段階を実行する。

【0029】あるバッチプロセスの特定のユニットプロセスのための特定のユニットを選択するには、選択ルーチン、これは別個のサブルーチンであっても、バッチプロセスを通じて繰り返されても、所望の方法で実行されてもよいが、実行されるべきユニットプロセスに基づいて、候補ユニットまたは実行可能なユニットのリストを決定する。ユニットのこのリストは典型的には、バッチプロセスが実行されているプロセスセルまたは機群内にある特定のユニットクラスのユニット全てである。その結果、このリストは、バッチプロセスが用いられているプロセスセルまたは機群を識別すること、そして用いられるべきユニットクラス、フェーズ、またはフェーズクラスを識別することで決定可能である。

【0030】次ぎに、選択ルーチンは、実行可能なユニットのうちどれがこの特定のバッチプロセスのための好適なユニットであるかを決定する。選択ルーチンは、例えば、一組の選択基準のうちのひとつ以上を用いて、実行可能なユニットのリスト内の各ユニットがこのバッチプロセスのために好適であるかどうか決定する選択表現 (expression) を実行する。用いられるべき選択基準の指示 (もしあれば)、は、バッチプロセスが書かれるとき、実行されるとき、または所望のときに確立されてよい。選択基準は、例えば、バッチプロセスにより選択ルーチンに渡されても、ユーザにより指定されても、および/または、ユニットプロセスのためにユニット割り当てオブジェクト内に記憶されてよい。選択基準は、例えば、ユニット特性に基づいてよい。事実、あるユニットのサイズ、あるユニットが構成される材料、およびユニットごとで異なってもよいが、ある特定のバッチ実行のためにどのユニットを用いるべきかを考える際に重要なユニットの各々と関連する他の特性のような多くの特性がある。例えば、あるバッチプロセスが500ガロンバッチを作っているならば、少なく

とも500ガロン容量を有するリアクタを必要とするだろう。同様に、あるバッチプロセスが腐食性材料を使用している場合、ガラスライニングタンク (glass lined tank) を有するリアクタが必要となるだろう。その結果、選択基準は、ユニットのパラメータに基づいて行われるべきテストを指定してよい。この場合、選択ルーチンは、選択基準を、各ユニットのためのユニットタグオブジェクト内に記憶されるものとしての各ユニットのパラメータと比較してユニットが好適なものであるかどうか決定してよい。選択基準をテストするのに用いられるユニットパラメータは、ユニットの構成の容量または材料のように固定されても、いつそのユニットが前に使用されたかの、そのユニットにより処理された前の材料が何であったのかのように動的であってもよい。さらに、ユニットパラメータは、例えば、文字列、数値、整数、名前付き集合、浮動小数点などを含め、様々な種類のものであるてよい。

【0031】選択基準はレシビ制約もまたは代替的にこれをふくんでよい。例えば、下流のユニットプロセスは、前の上流のユニットプロセスと同じユニットにおいて実行される必要があつてよく、この場合、レシビ制約の形の選択基準は、下流のユニットプロセスに、上流のユニットプロセスを実行したのと同じユニットを選択するように強制する。例えば、2個のユニットプロセスを連続的に実行させるバッチ処理であつて、ユニットプロセスの各々が、リアクタ上で充填、加熱、および排出フェーズを実行するバッチ処理において、選択ルーチンは、第1のこのようなユニットプロセスは、充填フェーズを実行する際に利用可能なリアクタのいづれかを選択してよい。しかしながら、加熱フェーズおよび排出フェーズを実行する際、選択ルーチンは、充填フェーズで充填されていたのと同じリアクタを選択しなければならず、したがって、これらのフェーズのために、レシビにより (即ち初期の選択により) ある特定のユニットに限定される。同様に、第2のユニットプロセスが第一のユニットプロセスと同じユニット上で実行されなければならないが、レシビ制約によりそうするように制約されてよい。

【0032】同様に、選択基準は、ある特定のユニットがプロセスにおいて用いられるべきかどうかについてのオペレータ指示をふくんでよい。このように、例えば、オペレータまたはユーザは、あるユニットと関連する選択フラグを設定して、そのユニットが選択ルーチンにより選択されないように (または、代替的には、そのユニットが選択ルーチンにより選択されるように) してもよい。このような選択フラグは、実行時間の間ユーザにより設定されても、その特定のユニットのためのユニットタグオブジェクト内に設定されても、所望の時に所望の方法で設定されてよい。

【0033】いづれの事象においても、レシビ制約が存

在するかどうかが決定するだけでなく、選択ルーチンは、実行可能なユニットとして識別されたユニットの各々の特性にアクセスするとともにそれらのユニットの各々のパラメータ(ユニットタグ内に記憶されたものとして)を、バッチアップロシージャにより与えられ、関連するユニット割り当てテーブル内に記憶され、またはユーザにより指定された選択基準と比較する。当然、他の選択基準も同様に用いられてよい。

【0034】選択基準を満たすユニットのリストが決定された後、動的選択ルーチンは、希望の優先順位づけ方法を用いてリストにおいて優先順位をつけてよい。ユニット優先順位付けは、上で定義されたもののようないつ以上のパラメータに基づいてまたは他の基準に基づいて行われてよい。当然、優先順位表現は、なんらかの優先順位を用いる数値的、ブール (Boolean)、などの表現であってよいが、優先順位づけをおこなうために、選択ルーチンによりまたはユーザにより与えられてもよい。ある実施の形態においては、適合性選択表現および優先順位づけ表現が各ユニットフェーズまたはユニットクラスごとに作成され、ユニット割り当てテーブル内に記憶され、このユニット割り当てテーブルオブジェクトは、実行可能なユニットとして識別されたユニットを選択するとともに優先順位づけをするために選択ルーチンにより用いられる。

【0035】好適なユニットの優先順位リストを決定した後、選択ルーチンは、優先順位の順にリストをスクロールし、現在獲得されることが可能なユニットを選択ルーチンが見つかるまで好適なユニットの各々を獲得しようとすることができる。なぜなら、それはオンライン上にあり、別のバッチアップロシージャまたはプロセス制御ルーチンにより現在用いられていないからである。選択ルーチンが好適なユニットの優先順位リスト上にあるユニットを獲得するとすぐに、選択ルーチンはこのユニットの名前または識別子をバッチアップロシージャ (またはユニットアップロシージャ) に返すかまたは、バッチアップロシージャはこの決定を用いて、決定されたユニット上でユニットアップロシージャを実行する。ユニットがいつでも利用可能でなければ、選択ルーチンは予め定められた時間において待つことができ、次いで、優先順位リストの一番上で開始され、リスト上でユニットを獲得するよう試みることができる。このプロセスは、リスト上のユニットのひとつが利用可能になるかまたは獲得されるまで繰り返す可能である。

【0036】希望であれば、選択ルーチンは、ユーザがユニットを選択できるようにする。この場合、選択ルーチンは、好適なユニットのリストをユーザに提供することが可能であり、ユーザがそれらのユニットのひとつを選択できるようにする。この構成において、ユーザは、ユニットがプロセス内のその位置または相互接続に基づいて用いることが可能であるかどうかまたはユニットが

ある特定のバッチアップロシージャにおいて用いられるのに好適であるかどうか考える必要はない。なぜなら、選択ルーチンがもうすでにこれらに決定をしたらからである。同様に、選択ルーチンは、好適なユニットのリストにおいて優先順位をつけてよく、ユーザの選択を容易にする。

【0037】当然のことながら、バッチアップロシージャを作成するか書きこむときに、エンジンには、新たなユニットアップロシージャが実行されるといつても、バッチアップロシージャに動的ユニット選択ルーチンを呼び出させることができる。エンジンには、動的にユニットを選択するために、選択ルーチンにより用いられるべき各ユニットアップロシージャ、各ユニットクラス、各ユニットオブジェクトなどのためにユニット割り当てテーブルを作成することができる。このユニット割り当てテーブルは、例えば、関連するユニットアップロシージャ、関連するユニットクラス、関連するユニットモジュールなどのために実行されるべき適合性表現および優先順位表現をふくんでもよい。エンジンについては、バッチアップロシージャ、選択ルーチン、ユニット割り当てテーブルおよびユニットタグを、適切なコントローラ12および/またはワークステーション14内の適切なデータベースにダウンロードすることができ、その時間にバッチアップロシージャは実行可能である。

【0038】さて図4を参照して、バッチアップロシージャ60は、4ステップ、4段階、または4ユニットアップロシージャ(ステップA、B、C、D)を含むものとして示され、これらは、不特定のヘッドタックユニット (HTX) と、不特定のリアクタユニット (RX) と、不特定のフィルタユニット (FX) と、不特定のドライバユニット (DX) とを含む4個の異なるユニットと関連しているかまたはこれらを用いる。ボックス62により示されるように、バッチアップロシージャ60の作成で、バッチアップロシージャは、あるプロセスセルクラス (関連するひとつ以上のプロセスセルを有してよい) またはある機器列クラス (関連するひとつ以上の機器列を有する) 上で実行されるように特定される。バッチアップロシージャ60が実行される時 (例えば図1のワークステーション14において)、ユーザに、用いられるべきある特定のプロセスセルまたは機器列を指定するように頼むかもしれないが、これは、バッチアップロシージャ60の全体の実行の間、固定されたままである。この選択は、図4においてボックス64により示され、この例においては、CELL_01/TRAIN_01が選択される。当然、希望であれば、バッチアップロシージャ60は、最初に作成されるときある特定のプロセスセルまたはある特定の機器列に限定されてよい。

【0039】プロセスセルまたは機器列がバッチアップロシージャ60のために特定された後、バッチアップロシージャ60により用いられるユニットクラスの各々のユニット

モジュールはユニットユニットクラスとしてかつ、選択された機器列またはプロセスセルと関連するユニットモジュールとして有効的に確立される。ボックス64は、CELL 01/TRAIN 01を選択するために、ユニットクラスは、ヘッドタンク、リアクタ、フィルタ、およびドライヤクラスを含み、ユニットモジュールは、HT 1、R 1、R 2、F 1、および D 1、D 2を含む。

【0040】パッチアップロシージャ60についてはステップA(すなわちユニットプロシージャA)を実行することによって開始される。ステップAの一部として、これは、ヘッドタンククラス上またはステップAの始まりの少し前に実行されるべきユニットプロシージャであるが、パッチアップロシージャ60は、ステップAの間に用いられるべきヘッドタンクを動的にヘッドタンクを選択するために、選択ルーチン70を呼び出してよい。選択ルーチン70は、ステップAのために用いられる実行可能なヘッドタンクはHT 1であると決定する。なぜなら、これは、指定されたプロセスセルまたは機器列内の唯一のヘッドタンクであるからである。その結果、選択ルーチン70は、ヘッドタンクユニットプロシージャのためのユニット割り当てテーブル72を用いる必要はなく、テーブル72を参照する必要はない。事実、このようなオブジェクトは、ヘッドタンクユニットプロシージャのために作成される必要がない。選択ルーチン70は次いでHT 1が利用可能であるかどうか、すなわちそれが獲得可能であるかどうか決定する。もしそうならば、選択ルーチン70は、用いられるべきユニットとして、HT 1の指示をパッチアップロシージャ60に返す。パッチアップロシージャ60についてはHT 1を獲得し、HT 1上のヘッドタンクユニットプロシージャと関連するオペレーションおよびフェーズを実行してそれによりステップAを実行する。

【0041】ステップAを完了した後、プロシージャ60はステップBを実行し、これは、リアクタと関連するユニットプロシージャである。そうするには、ユニットプロシージャBまたはパッチルーチン60は動的選択ルーチン70を呼び出し、これはステップBで用いられる実行可能なリアクタR 1またはR 2のひとつを選択する。上で述べたように、動的選択ルーチン70は、CELL 01/TRAIN 01と関連するリアクタクラス内で利用可能なユニットを決定してよく、これらのリアクタはR 1、R 2である(当然、この決定がパッチアップロシージャ60の始まりで行われたあと、選択ルーチン70は再びこれをする必要はない)。次に、選択ルーチン70は、リアクタユニットプロシージャのためにユニット割り当てテーブル74にアクセスし、CELL 01/TRAIN 01におけるリアクタを選択する際に適用されるべき適合性選択基準(または表現)および/または優先順位基準(または表現)を得る。図4に示されるように、リアクタユニットプロシージャのためのユニット割り当てテ

ブル74は、400を上回る容量を必要とする選択表現を有する(当然、他の適合性基準をその代わりにまたは附加的に用いることができる)。選択ルーチン70は次いで、リアクタR 1およびR 2の各々が400を上回る容量を有するかどうか決定する。もしそうであれば、選択ルーチン70は、ユニット割り当てテーブル74内の優先順位表現に基づき優先順位においてリアクタR 1およびR 2のランクをつける。両、図4に示される優先順位表現は、選択ルーチン70が、最高優先順位で一番長く休止中であったユニットを配置すべきだと指定する(当然、他の優先順位表現も同様に用いられる)。そうすると、選択ルーチン70は、ユニットR 1およびR 2の各々のためのユニットタグ内に記憶されたユニットパラメータから、どれが一番最近用いられたのかを決定してよく、その順にこれらのユニットに優先順位をつけてよい。その後、選択ルーチン70は、ユニットR 2(例として最高優先順位でランクをつけられたと仮定されるもの)を獲得しようとする。現在使用されておらず、占有されていないのでリアクタR 2を獲得可能であるならば、選択ルーチン70はR 2の指示をパッチアップロシージャ60に返し、パッチアップロシージャ60は次いでリアクタR 2を用いて、ユニットプロシージャBと関連するオペレーションおよびフェーズを実行する。当然、選択ルーチン70により、オペレータは、R 2、R 1の優先順位リストをオペレータに表示すること、およびユーザに好適なリアクタのうちどちらを用いるべきかを選択するよう促すことでR 2、R 1間で選択できるようにする。

【0042】いづれの事象においても、ステップBを実行した後、パッチアップロシージャ60はステップCを実行し始め、これは、フィルタユニットクラスを用いるユニットプロシージャである。(特定のユニットクラスと関連する多くの異なるユニットプロシージャである可能性があることが理解されるだろう)。パッチアップロシージャ60は動的選択ルーチン70を呼び出して、現在使用されているプロセスセルまたは機器列に基づいてどのユニットが利用可能であるか決定し、ユニット割り当てテーブル76内に記憶された選択基準、およびパッチアップロシージャ60により与えられてよいレシド制約またはユーザ入力に与えられてよいユーザ制約のような他の制約にしたがって、これらのユニットのどれが好適であるか決定する。唯一ひとつのフィルタはCELL 01/TRAIN 01であるので、選択ユニット70はユニット割り当てテーブル76を見る必要はない。利用可能な唯一のユニットが適合性表現を満たすかどうか決定することがさらに望ましくなければ見てもよいが、選択ルーチン70は、フィルタF 1が利用可能であるかどうか決定することができ、もしそうならば、F 1の指示をパッチアップロシージャ60に返し、パッチアップロシージャ60はF 1のためのユニットフェーズおよびF 1ユニットモジュールを用いてステ

ップCを実行する。

【0043】同様に、ステップCを実行した後、パッチプロシージャ60はステップDを実行し始める。ステップDは、ドライヤを用いてひとつ以上のドライヤオペレーションおよびドライヤフェーズを実行する。パッチプロシージャ60は、動的選択ルーチン70を呼び出して、現在用いられているプロセスセルまたは機器列にもとづいてどのユニットが利用可能であるか決定し、ユニット割り当てテーブル78内に記憶された選択基準または表現、およびレシビ制約のような他の制約にしたがって、これらのユニットのどれが好適であるか決定する。図4に示されるように、ユニット割り当てテーブル78内の適合性表現は、選択されるべきドライヤは400を上回る容量を有さなければならない、電気ドライヤでなければならないと示す。選択ルーチン70は、CELL 01/7 RAIN 01内の利用可能なドライヤ(即ちD1およびD2)の各々のためのユニットパラメータを調べて、それらがユニット割り当てテーブル78内の適合性表現を満たすかどうかを見る。ユニット選択ルーチン70はついで、ユニット割り当てテーブル78内の優先順位表現(実際には図示せず)に基づく優先順位において好適であると発見されたユニットのランクをつけ、優先順位をつけられた順にユニットの各々を獲得しようとする。利用可能であると発見された好適なドライヤの優先順位リスト内の第1のドライヤユニットはパッチプロシージャ60に返され、パッチプロシージャ60は、ユニットプロシージャDと関連するオペレーションにより指定されるように、このユニットを獲得し、このユニットのためのユニットフェーズを用いてユニットプロシージャDを実行する。

【0044】当然、ユニット割り当てテーブル内の適合性表現および優先順位表現は、所望のプログラミング言語または技術を用いて所望の態様で構成可能である。所望であれば、各ユニットプロシージャのために、あるユニットプロシージャの各オペレーションまたは各フェーズのために作成されてよく、または所望であれば、あるユニットクラスと関連する各ユニットクラスまたは各ユニットごとに作成されてよい。さらに、適合性および優先順位表現または基準が所望の態様で特定され、用いられ、記憶されてよい。このように、例えば、ユーザまたはオペレータは、OPCインターフェースのようなインターフェースによってこれらの表現または基準を与えてよい。さらに、動的選択ルーチン70は、適合性および基準決定のうちのひとつを実行することが可能であり、両方を行う必要はない。同様に、動的選択ルーチン70は、実行可能なまたは好適なユニットの各々に関するレシビ制約およびユーザ入力制約を調べるような、所望のごく他の動作を実行してよい。また、動的選択ルーチン70自体は、プログラミング環境の所望の種類において所望の方法で実行可能である。例えば、動的選択

ルーチン70は分割され、パッチプロシージャ60内の命令としてレシビおよびユーザ制約決定を行うとともに、サブルーチンの一部として適合性決定およびおよび優先順位決定を行うこともできる。また、動的選択ルーチン70は、パッチプロシージャ60の始まりで動作して、全体のパッチプロシージャ60のために一度、選択されたプロセスセルまたは機器列に関連するクラス内の各々でどのユニットが利用可能であるか決定する部分を有することができる。ルーチン70は次いで、動的にユニットを選択をする度にこのリストを用いてよい。また、プロセスの特定のフェーズまたはオペレーションのためのプロセスセル内または機器列内で利用可能なユニットが唯一ひとつだけであれば、パッチプロシージャ60はルーチン70を呼び出す必要はない。

【0045】同様に、実行時間の間に用いられるユニットを選択する動的選択ルーチンを用いてパッチプロシージャのようなプロセス制御ルーチンは、所望のプロセス制御プログラミング環境内で用いられ、実行されてよく、所望のタイプのプロセス制御通信プロトコルを用いてプロセス制御システムにおいて用いられてよく、さらに、どんな種類の装置または装置のサブユニットに対して機能を実行するのに用いられてよい。ここで説明した動的ユニット選択を用いるプロセス制御ルーチンは好ましくは、例えばコントローラまたは他のプロセス制御装置内に記憶されたソフトウェアで実行される。しかしながら、これらのルーチンは、所望のごくハードウェア、ファームウェア、特定用途向け集積回路、プログラム可能な論理回路などで代替的にまたは付加的に実行されてよい。ソフトウェアで実現される場合、ソフトウェアは、磁気ディスク、レーザディスク、または他の記憶媒体のようなコンピュータ読み取り可能なメモリ内で、コンピュータまたはプロセッサにおいて格納されてよい。同様に、このソフトウェアは、コンピュータ読み取り可能なディスクまたは他の持ち運び可能なコンピュータ記憶媒体上で、または電話線、インターネットなどのような通信チャネルによって(持ち運び可能な記憶媒体によってこのようなソフトウェアを与えることと同じであるか互換性のあるものとして見られる)を含め、公知のまたは所望の送り方法によって、ユーザまたは装置に送られてよい。

【0046】本発明は、具体例を参照して説明されたが、これらは、あくまでも例示的であり、本発明を限定することなく、開示された実施例に、変更、追加、およびまたは消去を加えてよいことは当業者には明らかである。

【図面の簡単な説明】

【図1】動作の間にユニットを動的に選択するひとつ以上の制御ルーチンを用いるプロセス制御ネットワークのある部分の部分的ブロック図、部分的概略図である。

【図2】図1のプロセス制御ネットワーク内で3つの機器列を構成する一組の相互接続された機器のブロック図である。

【図3】図1および図2のプロセス制御ネットワークの概念的な構成を示すオブジェクト構造のブロック図である。

【図4】多くのサブプロセスまたは関連するユニットプ

ロシーヤの各々のオペレーションの間に動的にユニットを選択するプロセス制御ルーチンのブロック図である。

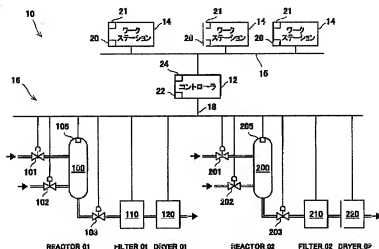
【符号の説明】

10 プロセス制御システム

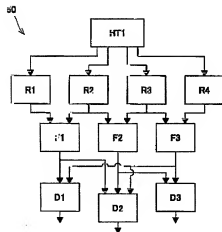
12 コントローラ

22 メモリ

【図1】



【図2】



図表1	図表2	図表3
HT1	HT1	HT1
R1,R2	R3	R4
F1	F2,F3	F8
D1,D2	D2,D3	D_CLASS

フロントページの続き

(72)発明者 デイツ, デビッド エル.
アメリカ合衆国 78731 テキサス オー
スティン マウンテン ヴィラ ドライブ
5915